0.43

Etude spectrale d'un photorécepteur

Description et mode d'emploi

1- Principe de la mesure :

L'utilisation d'un monochomateur permet de comparer le signal obtenu pour une photodiode de sensibilité spectrale relative, $S_{ph}(\lambda)$, avec le signal obtenu pour un détecteur thermique de sensibilité spectrale constante.

pour la photodiode :

$$V_{s,photodiode}(\lambda) = k_1 S_{ph}(\lambda) A_{monochromateur}(\lambda) \Phi_{source}(\lambda)$$

pour le détecteur thermique :

$$V_{s,pyroélectrique}(\lambda) = k_2 A_{monochromateur}(\lambda) \Phi_{source}(\lambda)$$

où $A_{monochromateur}(\lambda)$ *et* $\Phi_{source}(\lambda)$ sont respectivement la fonction d'appareil du monochromateur et le flux lumineux émis par la source.

On déduit la sensibilité spectrale relative de la photodiode:

$$S_{ph}(\lambda) = \frac{\dfrac{V_{s,photodiode}(\lambda)}{V_{s,pyroélectrique}(\lambda)}}{\left(\dfrac{V_{s,photodiode}(\lambda)}{V_{s,pyroélectrique}(\lambda)}\right)_{max}}$$

2- Description du Matériel :

1. Monochromateur Jobin-Yvon :

   Monochromateur à réseau holographique : **600 traits/mm**

   Efficacité centrée sur 1 µm.

   La valeur de la longueur d'onde affichée est à multiplier par 2.

   Largeur de la fente d'entrée et de sortie : 1 mm.

   Pour éviter tout recouvrement d'ordre, un filtre qui coupe les longueurs d'onde inférieures à **540 nm** est placé juste derrière la fente de sortie.

Attention : Le moteur du monochromateur n'est pas débrayable et la direction du moteur est aléatoire. Ne jamais laisser le monochromateur aller en bout de course, sinon il se bloque, et il faut alors l'ouvrir pour le débloquer!

Rester toujours dans la bande 500 nm à 1200 nm (250 à 600 sur l'afficheur).

1. Détecteur thermique Pyroéléctrique :

   Marque : Hamamatsu, Ref : P2613-07

   Détecteur de sensibilité spectrale constante de 0,4 µm à 12 µm .

   Fenêtre en CaF_2

   Sensible à une variation de température (d'où la nécessité de moduler le flux lumineux).

   Sa sensibilité chute pour une fréquence supérieure à 1 Hz.

   Le boîtier comporte un amplificateur de tension.

2. Photodiode silicium :
   Référence : RS Composants : Centronic OSD15-5T 194-076
   Longueur d'onde pic : 850 nm, Longueur d'onde max : 1050 nm.
   Sensibilité à λpic : 0.45 A/W
   Surface : 15 mm^2
   Photodiode polarisée en inverse (-12 V).
   Le boîtier comporte une résistance de charge variable, R.
   Tension délivrée : $V=Ri_{photodiode}$

3. Modulateur et son alimentation:
   Une pale métallique est entraînée par un petit moteur à courant continu monté sur le monochromateur. Une fourche optique permet d'obtenir un signal synchrone sur la sortie "toppeur" du boîtier d'alimentation.
   Ce signal (*0 - 5V*) sera envoyé sur l'entrée *Référence* de la détection synchrone.

4. Alimention continue pour le pyroéléctrique et la photodiode :
   Alimentation continue +12V/ -12 V

3- Mode d'emploi :

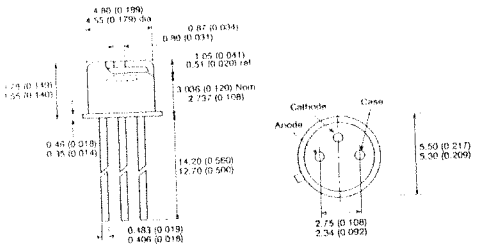
On étudie la bande 600 nm à 1100 nm (afficheur 300 à 550). La vitesse de défilement est **100 nm/minute** (durée d'un scan : 5 minutes).
Placer le monochromateur à 580 nm (afficheur 290 nm) (**Attention** : le sens de déplacement du monochromateur est aléatoire! Agir sur l'interrupteur jusqu'à ce que celui-ci parte dans le bon sens).
Très important : Ne jamais laisser le monochromateur aller en bout de course, sinon il se bloque, et il faut alors l'ouvrir pour le débloquer!
Rester toujours dans la bande 500 nm à 1200 nm.

Régler la vitesse du moteur pour obtenir une fréquence de modulation de 10 Hz environ.
Visser le détecteur pyroélectrique sur la sortie du monochromateur et vérifier le signal *très faible* obtenu à l'oscillo.
Effectuer les branchements sur la détection synchrone et régler la détection synchrone (constante de temps de l'ordre de 100 ms).
Le signal de sortie de la détection synchrone est envoyé soit sur une table traçante, soit vers une carte d'acquisition.
Lancer le monochromateur et démarrer l'acquisition à 600 nm (un point par seconde suffit : 100/60 = 1.66 nm, on obtient un fichier de 300 points).

Visser la photodiode sur la sortie du monochromateur. Utiliser la plus faible résistance de charge du boîtier. Vérifier le signal à l'oscillo et vérifier que la détection synchrone est loin de saturer. Effectuer la mesure entre 600 et 1100 nm.
Ces deux séries de mesures permettent d'obtenir la sensibilité spectrale relative de la photodiode.

Conseil pratique pour la présentation : Faire les courbes complètes en préparation. Devant le jury, reprendre la photodiode entre 800 et 1050 nm. Et noter la valeur de lambda pic et la chute rapide de sensibilité après 900 nm.

AEPX65



le au silicium à très grande vitesse, de
ogée dans un boîtier métallique TO-18
ıe standard.
ire en épitaxie lui donne une excellente
même aux tensions de polarisation
ıt pas 5 V.
ıtilisations par impulsions à très grande
n peut utiliser une tension de polarisa-
ınant 20 V.

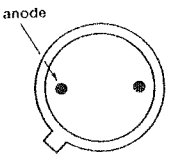
s techniques

spectrale: 800 nm
d'onde: 400-1000 nm
20 V, λ = 820 nm): 0,35 A/W
du courant photo
20 V, λ = 820 nm): 1 ns
V) (typ.): 6 pF
té (max.): 10 nA
uissance (V_R = 5 V): 6,8 x 10^{14} WHz½
ıge (max.): 30 V
ilisation: –55°C à + 120°C

1

code commande	prix de l'U.D.V. 1-9	10-24	25+
846-749	120,75	116,11	111,80

diode OSD1-5T



liode au silicium logée dans un boîtier
hermétique, d'une surface de 1 mm².
photodiode est idéale dans les applica-
ù la luminosité est très faible et où le
t signal sur bruit est très important.

ions techniques

ınse spectrale: 850 nm
ıeur d'onde: 400 - 1050 nm
= 12 V): 0,45 A/W
curité (max.): 1 nA
= 12 V): 7 pF
ınt puissance: 2,5 x 10^{14} WHz^{½}
se: 15 V
d'utilisation: –25°C à + 75°C

▶ Idéale pour les applications légères pour lesquelles un rapport signal/bruit très élevé est important telles que les applications de surveillance et de contrôle de lumière.

Spécifications techniques

Pointe de réponse spectrale: 850 nm
Plage de longueur d'onde: 400-1050 nm
Sensibilité en pointe (V_R = 12 V): 0,45 A/W
Courant d'obscurité: 2 nA max.
Capacité (V_R = 12 V): 35 pF
Résistance shunt (min.): 100 MΩ
Tension inverse c.c. (max.): 15 V
Courant de pointe c.c.: 10 mA
Temps de réponse (typ.): 9 ns
Bruit équivalent puissance (typ.): 3,3 x 10^{14} W/√Hz
Température d'utilisation: –25°C à + 75°C

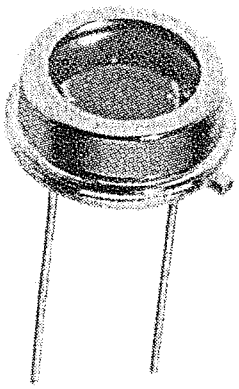
U.D.V. = 1

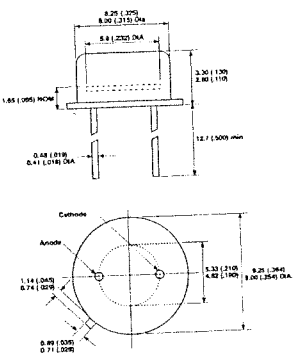
réf. Centronic	code commande	prix de l'U.D.V. 1-9	10-24	25+
OSD5-5T	846-777	96,70	92,99	89,53

31

Photodiode 15 mm²

Centronic





▶ Photodiode au silicium 15 mm² logée dans un boîtier TO-5 hermétique.
▶ Idéale pour les applications de faible niveau pour lesquelles un rapport signal/bruit très élevé est important telles que les applications de surveillance et de contrôle de lumière.

Spécifications techniques

Pointe de réponse spectrale: 850 nm
Plage de longueur d'onde: 400-1050 nm
Sensibilité en pointe (V_R = 12 V): 0,45 A/W
Courant d'obscurité: 5 nA max.
Capacité (V_R = 12 V): 80 pF
Résistance de shunt (min.): 50 MΩ
Tension inverse c.c. (max.): 15 V
Tension de pointe c.c.: 10 mA
Temps de réponse (typ.): 12 ns
Bruit équivalent puissance (typ.): 5,5 x 10^{14} W/√Hz
Température d'utilisation: –25°C à + 75°C

U.D.V. = 1

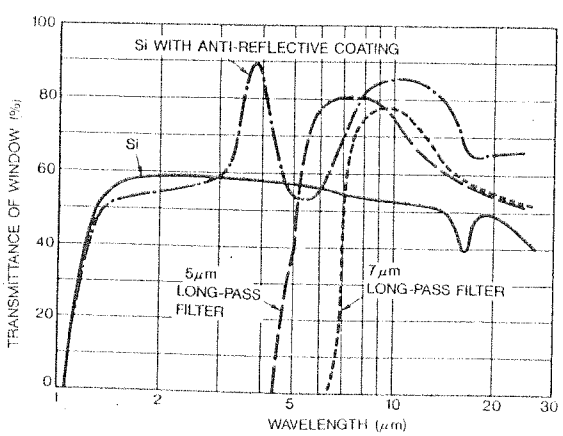
réf. Centronic	code commande	prix de l'U.D.V. 1-9	10-24	25+
OSD15-5T	194-076	121,30	116,64	112,31

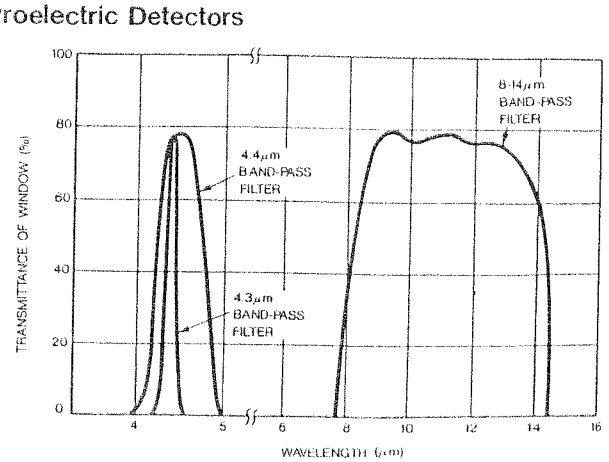
Pyroelectric Detectors

Type No.	Window Material Ⓐ	Sensitive Area (mm)	Spectral Response Range (μm)	Sensitivity Typ. (500,1) (V/W)	Noise Max. (μV/Hz$^{1/2}$)	NEP (500,1,1) Typ. (W/Hz$^{1/2}$)	D* (500,1,1) Typ. (cmHz$^{1/2}$/W)	Rise Time t_r 0~63% Typ. (ms)	Temp. Coefficient of Sensitivity Max. (%/°C)	Supply Voltage (V)	Offset Voltage R_L = 22kΩ (V)	Temperature Operating (°C)	Temperature Stora (°C)
Dual Element Type P2288 Series													
P2288	7μm long-pass filter	2×1 (×2)	7~20	1300	15	1.0×10^{-9}	1.5×10^{8}	100	0.2	3~15	0.3 ~1.5	-20 ~+60	-30 ~+
P2288-02	5μm long-pass filter		5~20	1500	15	8.5×10^{-10}	1.7×10^{8}						
P2288-03	Si		2~20	1500	15	8.5×10^{-10}	1.7×10^{8}						
P2288-04	Si with anti-reflective coating		2~20	1800	15	7.0×10^{-10}	2.0×10^{8}						
Dual Element Type with Lens Cap P3514 Series													
P3514 P3514-01	7μm long-pass filter	2×1 (×2)	7~20	450	15	1.5×10^{-9}	1.0×10^{8}	100	0.2	3~15	0.3~1.5	-20~+60	-30~
Thermally-compensated Single Element Type P3782 Series													
P3782	Si	φ2	2~20	1500	15	8.5×10^{-10}	1.7×10^{8}	100	0.2	3~15	0.3 ~1.5	-20 ~+60	-30 ~+8
P3782-01	7μm long-pass filter	φ2	7~20	1300	15	1.0×10^{-9}	1.5×10^{8}						
P3782-02	4.3μm band-pass filter	φ2	4.3 (HW=80nm)	3900 Ⓑ	15	5.0×10^{-10}	3.0×10^{8}						
P3782-03	8-14μm band-pass filter	φ2	8~14	900	15	1.0×10^{-9}	2.0×10^{8}						
P3782-05	5μm long-pass filter	φ2	5~20	1500	15	8.5×10^{-10}	1.7×10^{8}						
P3782-06	Si with anti-reflective coating	φ2	2~20	1800	15	7.0×10^{-14}	2.0×10^{8}						
P3782-12	4.4μm band-pass filter	φ2	4.4 (HW=650nm)	4100 Ⓒ	15	5.0×10^{-10}	3.0×10^{8}						
Single Element Type P2613 Series													
P2613	Si	φ2	2~20	1800	15	1.0×10^{-9}	2.0×10^{8}	100	0.2	3~15	0.3 ~1.5	-20 ~+60	-30 ~+8
P2613-01	7μm long-pass filter	φ2	7~20	1500	15	1.0×10^{-9}	2.0×10^{8}						
P2613-02	4.3μm band-pass filter	φ2	4.3 (HW=80nm)	3900 Ⓑ	15	5.0×10^{-10}	3.0×10^{8}						
P2613-03	8-14μm band-pass filter	φ2	8~14	900	15	1.0×10^{-9}	2.0×10^{8}						
P2613-12	4.4μm band-pass filter	φ2	4.4 (HW=650nm)	4100 Ⓒ	15	5.0×10^{-10}	3.0×10^{8}						

Ⓐ Types with other window materials are also available:
P2613-05 (silica), P2613-06 (sapphire), P2613-07(CaF_2), P2613-08 (KRS-5).
In addition, types with lenses are also available.
Ⓑ Measured at wavelength of 4.3 μm.
Ⓒ Measured at wavelength of 4.4 μm.

●Window Transmittance Characteristics Used for Pyroelectric Detectors

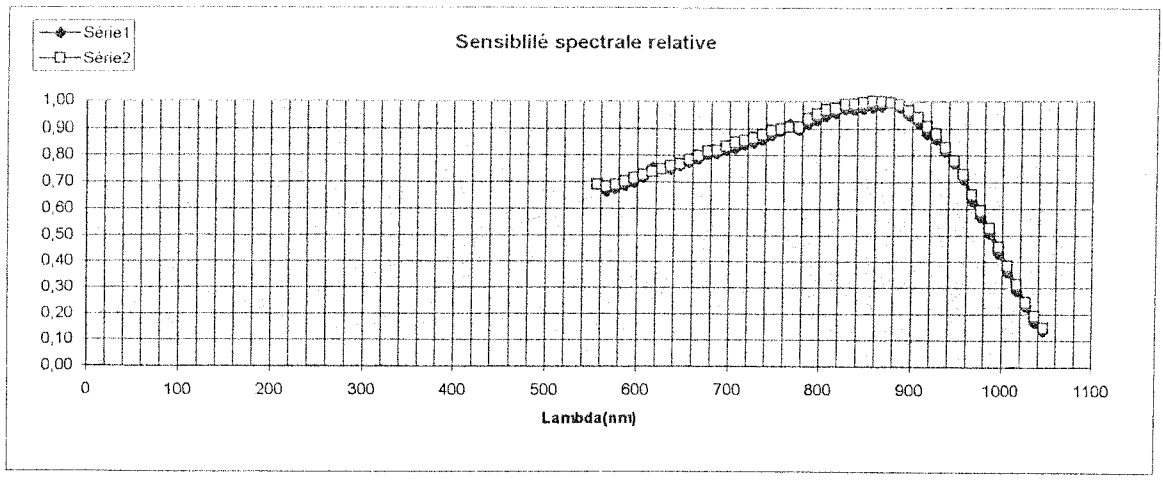


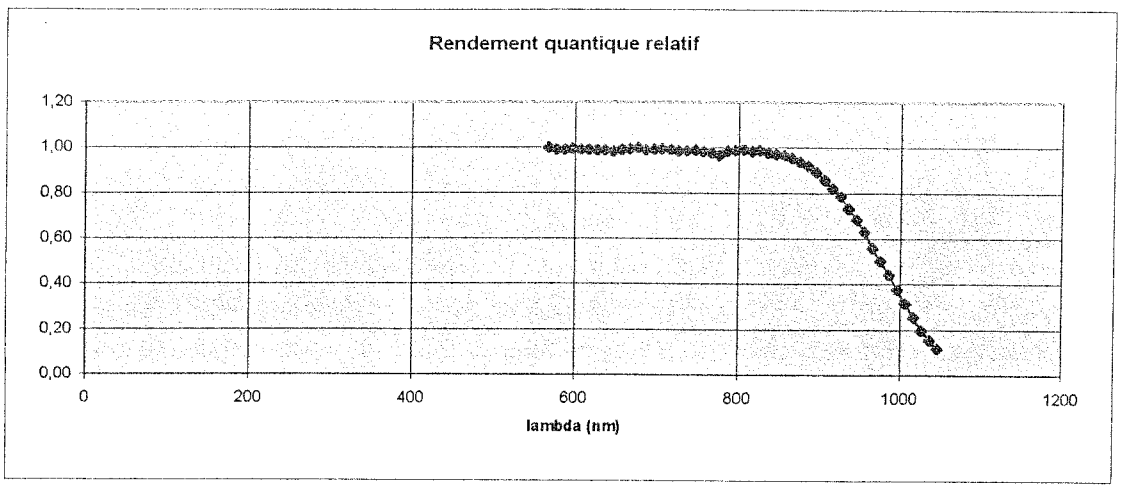


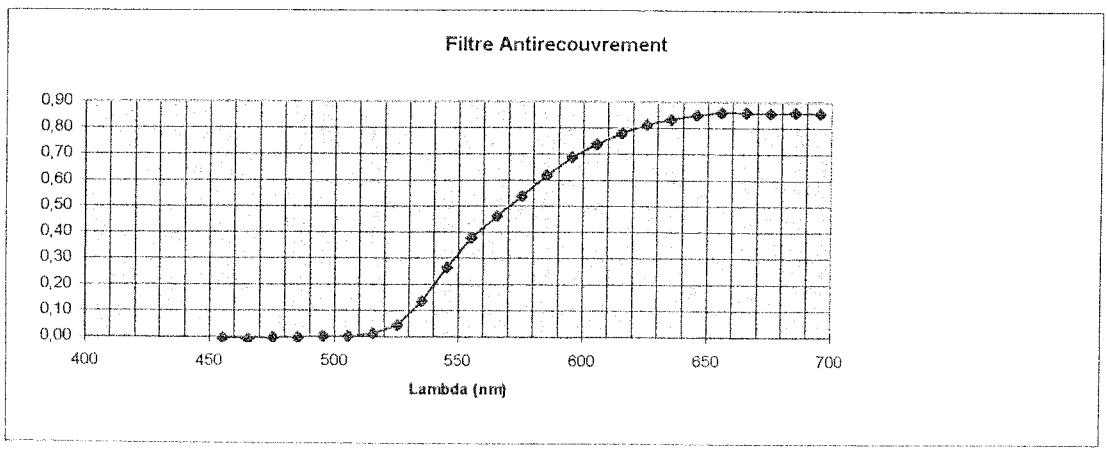
Manip. Sensilité spectrale d'une photodiode ENS Cachan

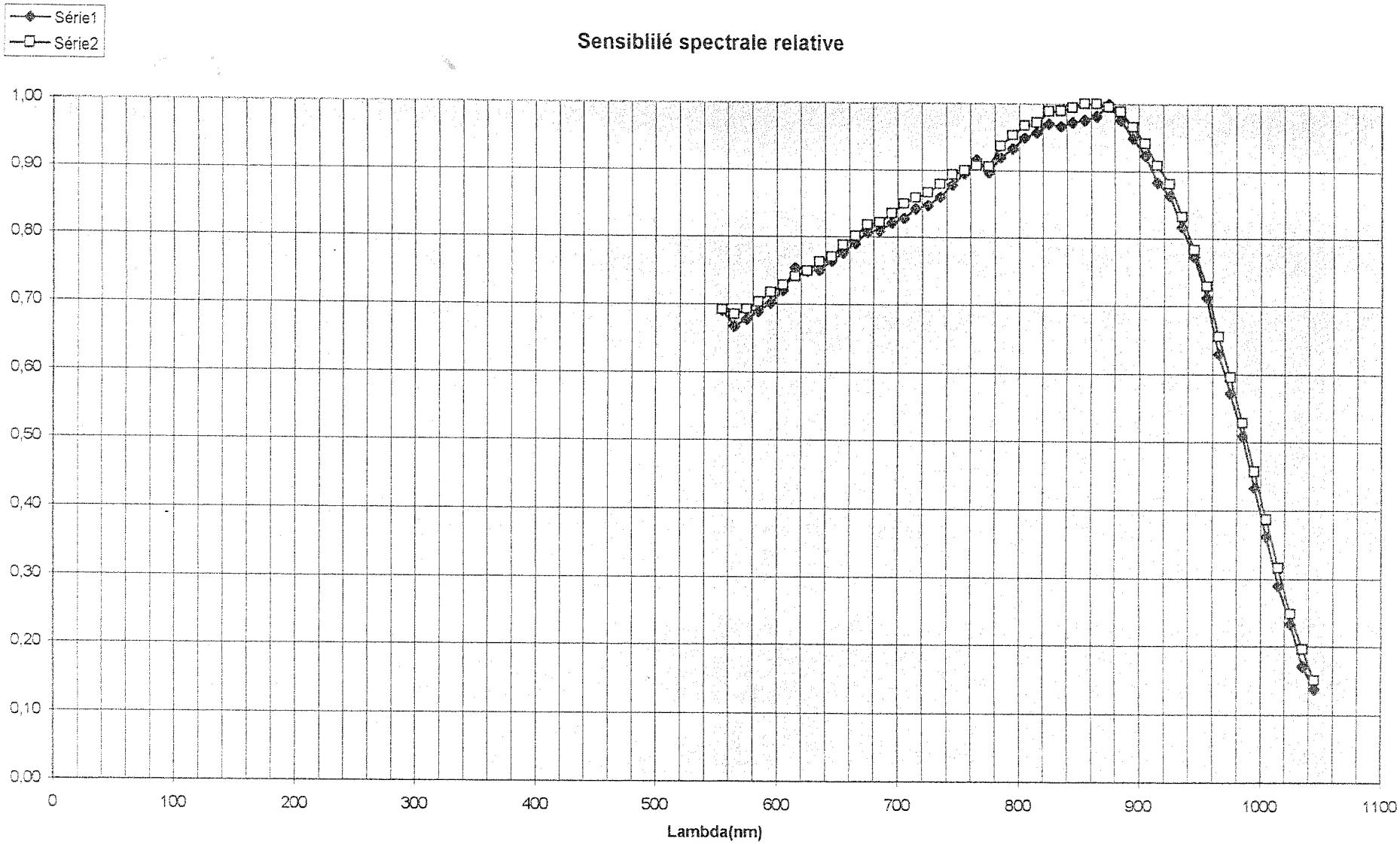
Photodiode Centronic: Ref OSD15-5T Ref RS composants : 194-076
S=15 mm2 Lambda pic : 850 nm Sensibilité pic 0,45A/W

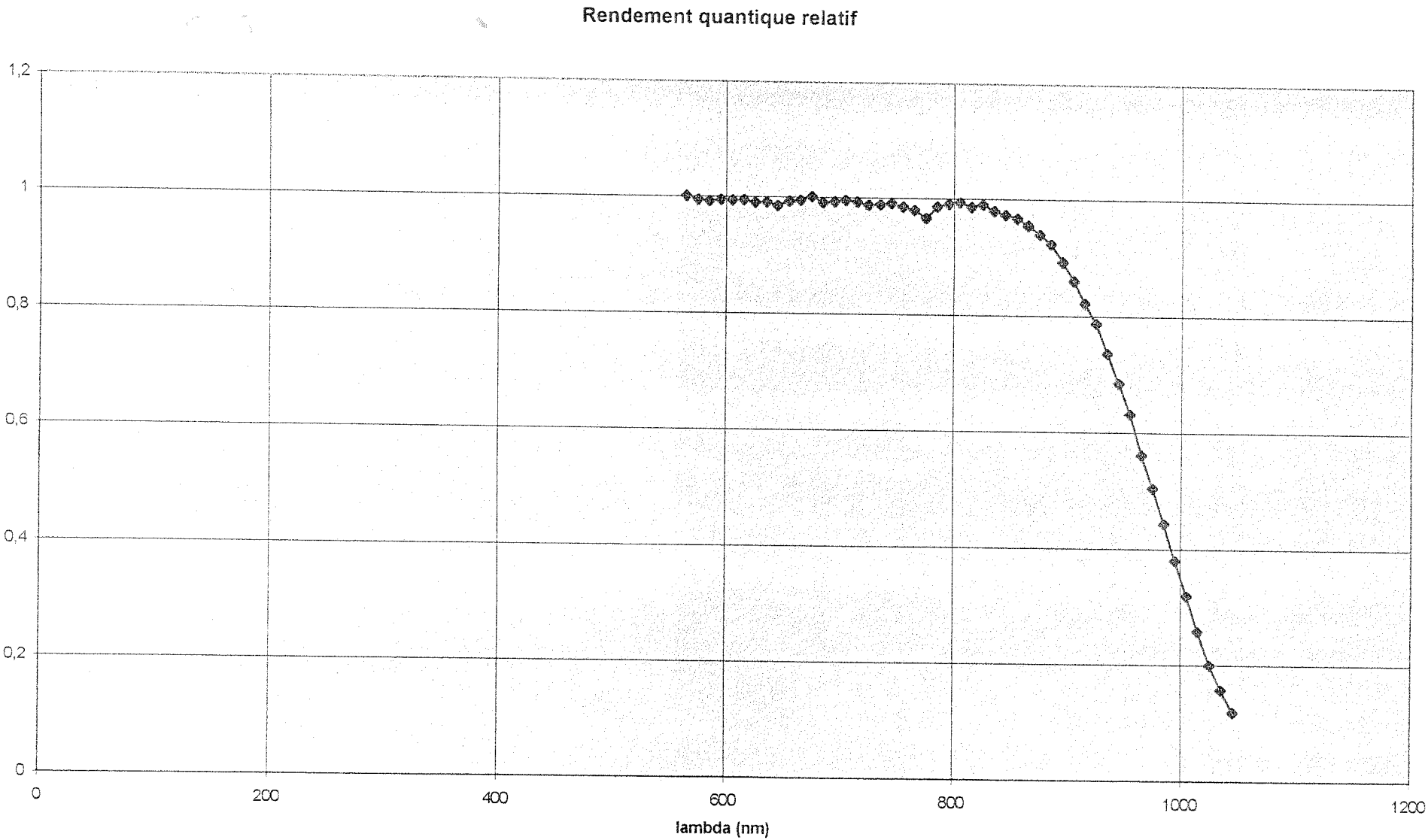
	Lambda				*mes 1*			*mes2*		Rendement
T	nm	Pyro1	Photodiod	Phot/pyro	Sens relativ	Photodiode2		Sens.relative		Quantique
0	455	0,00	0,0	5,0		0,0	1,0			Relatif
6	465	-0,01	0,0	1,0		0,0	0,2		Sens./lambda	
12	475	0,00	0,0	5,0		0,0	3,0			
18	485	0,00	0,0	3,0		0,0	1,0			
24	495	1,25E-03	0,0	-1,0		0,0	1,0			
30	505	1,25E-03	0,0	-3,0		0,0	5,0			
36	515	0,0113	0,01	0,77		0,02	2,11			
42	525	0,0438	0,03	0,71		0,08	1,80			
48	535	0,1363	0,07	0,52		0,18	1,33			
54	545	0,2663	0,12	0,46		0,30	1,14			
60	555	0,3813	0,16	0,42	**0,69**	0,40	1,06	**0,69**	0,0012446	1,00
66	565	0,4614	0,19	0,41	**0,67**	0,48	1,05	**0,68**	0,00121074	1,00
72	575	0,5389	0,22	0,42	**0,68**	0,57	1,06	**0,69**	0,00120278	0,99
78	585	0,6189	0,26	0,42	**0,69**	0,67	1,08	**0,70**	0,00120055	0,99
84	595	0,6889	0,30	0,43	**0,70**	0,76	1,10	**0,72**	0,00120365	0,99
90	605	0,7389	0,33	0,44	**0,72**	0,82	1,12	**0,73**	0,00120229	0,99
96	615	0,7814	0,36	0,46	**0,75**	0,89	1,13	**0,74**	0,00120324	0,99
102	625	0,8139	0,37	0,46	**0,75**	0,93	1,15	**0,75**	0,00119762	0,99
108	635	0,834	0,38	0,46	**0,75**	0,97	1,17	**0,76**	0,00119962	0,99
114	645	0,8515	0,40	0,47	**0,76**	1,00	1,18	**0,77**	0,00119237	0,98
120	655	0,859	0,41	0,48	**0,78**	1,04	1,21	**0,79**	0,00120159	0,99
126	665	0,859	0,42	0,48	**0,79**	1,05	1,23	**0,80**	0,00120351	0,99
132	675	0,8565	0,42	0,49	**0,81**	1,07	1,25	**0,82**	0,0012117	1,00
138	685	0,859	0,43	0,50	**0,81**	1,08	1,26	**0,82**	0,00119885	0,99
144	695	0,8565	0,43	0,50	**0,82**	1,10	1,28	**0,84**	0,00120149	0,99
150	705	0,854	0,43	0,51	**0,83**	1,11	1,30	**0,85**	0,00120416	0,99
156	715	0,854	0,44	0,52	**0,84**	1,12	1,32	**0,86**	0,00120067	0,99
162	725	0,854	0,44	0,52	**0,85**	1,13	1,33	**0,87**	0,00119465	0,99
168	735	0,8415	0,44	0,53	**0,86**	1,13	1,35	**0,88**	0,0011959	0,99
174	745	0,8189	0,44	0,54	**0,88**	1,12	1,37	**0,89**	0,00119904	0,99
180	755	0,8039	0,44	0,55	**0,89**	1,11	1,38	**0,90**	0,00119181	0,98
186	765	0,7889	0,44	0,56	**0,92**	1,10	1,39	**0,91**	0,00118508	0,98
192	775	0,7839	0,43	0,55	**0,90**	1,09	1,39	**0,91**	0,0011692	0,97
198	785	0,7514	0,42	0,56	**0,92**	1,08	1,44	**0,94**	0,00119317	0,99
204	795	0,7314	0,42	0,57	**0,93**	1,07	1,46	**0,95**	0,00119916	0,99
210	805	0,7189	0,42	0,58	**0,95**	1,07	1,48	**0,97**	0,00120204	0,99
216	815	0,7089	0,42	0,59	**0,96**	1,06	1,49	**0,97**	0,00119275	0,99
222	825	0,6989	0,42	0,60	**0,97**	1,06	1,52	**0,99**	0,00119798	0,99
228	835	0,7014	0,42	0,59	**0,97**	1,06	1,52	**0,99**	0,00118498	0,98
234	845	0,7014	0,42	0,60	**0,97**	1,07	1,52	**0,99**	0,00117646	0,97
240	855	0,6989	0,42	0,60	**0,98**	1,07	1,53	**1,00**	0,00116959	0,97
246	865	0,6989	0,42	0,60	**0,98**	1,07	1,53	**1,00**	0,00115607	0,95
252	875	0,6989	0,43	0,61	**1,00**	1,07	1,53	**1,00**	0,00113752	0,94
258	885	0,6989	0,42	0,60	**0,98**	1,06	1,52	**0,99**	0,00111676	0,92
264	895	0,7014	0,41	0,58	**0,95**	1,04	1,48	**0,97**	0,00107957	0,89
270	905	0,6989	0,40	0,57	**0,92**	1,01	1,44	**0,94**	0,00104052	0,86
276	915	0,6989	0,38	0,54	**0,88**	0,97	1,39	**0,91**	0,00099345	0,82
282	925	0,6914	0,37	0,53	**0,86**	0,93	1,35	**0,88**	0,00095257	0,79
288	935	0,6914	0,35	0,50	**0,82**	0,88	1,27	**0,83**	0,00088941	0,73
294	945	0,6889	0,33	0,47	**0,77**	0,83	1,20	**0,78**	0,00082809	0,68
300	955	0,6839	0,30	0,44	**0,71**	0,76	1,12	**0,73**	0,00076289	0,63
306	965	0,6964	0,27	0,39	**0,63**	0,70	1,00	**0,65**	0,00067835	0,56
312	975	0,6814	0,24	0,35	**0,57**	0,62	0,91	**0,59**	0,00061008	0,50
318	985	0,6539	0,20	0,31	**0,51**	0,53	0,81	**0,53**	0,00053561	0,44
324	995	0,6164	0,16	0,27	**0,43**	0,43	0,70	**0,46**	0,00045879	0,38
330	1005	0,5814	0,13	0,22	**0,36**	0,34	0,59	**0,39**	0,00038378	0,32
336	1015	0,5714	0,10	0,18	**0,29**	0,28	0,48	**0,32**	0,00031074	0,26
342	1025	0,5714	0,08	0,14	**0,23**	0,22	0,38	**0,25**	0,00024089	0,20
348	1035	0,5639	0,06	0,10	**0,17**	0,17	0,30	**0,20**	0,00018865	0,16
354	1045	0,5514	0,05	0,08	**0,14**	0,13	0,23	**0,15**	0,00014297	0,12


Série1
Série2
Sensiblilé spectrale relative
1,00
0,90
0,80
0,70
0,60
0,50
0,40
0,30
0,20
0,10
0,00
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
Lambda(nm)


Rendement quantique relatif
1,20
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
0
200
400
600
800
1000
1200
lambda (nm)


Filtre Antirecouvrement
0,90
0,80
0,70
0,60
0,50
0,40
0,30
0,20
0,10
0,00
400
450
500
550
600
650
700
Lambda (nm)


Série1
Série2
Sensiblilé spectrale relative
1,00
0,90
0,80
0,70
0,60
0,50
0,40
0,30
0,20
0,10
0,00
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
Lambda(nm)


Rendement quantique relatif
1,2
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
0
200
400
600
800
1000
1200
lambda (nm)